

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 8 日
Date of Application:

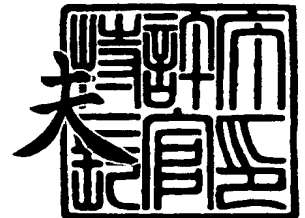
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 3]

出 願 人 株式会社アドバンテスト
Applicant(s): キヤノン株式会社
 株式会社日立製作所

2 0 0 3 年 1 0 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 10684

【提出日】 平成14年10月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 偏向器、偏向器の製造方法、及び荷電粒子線露光装置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバン
テスト内

【氏名】 浅野 宏二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバン
テスト内

【氏名】 橋本 伸一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キャノン株式会
社内

【氏名】 玉森 研爾

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キャノン株式会
社内

【氏名】 岩崎 裕一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キャノン株式会
社内

【氏名】 村木 真人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 中山 義則

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区八木山南 1 丁目 1 1 番地 9

【氏名】 江刺 正喜

【特許出願人】

【識別番号】 390005175

【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【特許出願人】

【識別番号】 595017850

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100104156

【弁理士】

【氏名又は名称】 龍華 明裕

【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809504

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 偏向器、偏向器の製造方法、及び荷電粒子線露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 荷電粒子線を偏向する偏向器であって、
前記荷電粒子線が通過すべき貫通孔、及び前記貫通孔の内側の対向する 2 つの側面にそれぞれ設けられた 2 つの溝部が形成された基板と、
少なくとも一部が前記 2 つの溝部にそれぞれ埋め込まれた 2 つの偏向電極とを備え、
前記溝部は、前記偏向電極が前記基板から離脱することを防ぐべく、前記偏向電極の前記溝部に埋め込まれた部分を係止する形状であることを特徴とする偏向器。

【請求項 2】 前記基板の厚さ方向と略垂直な断面において、前記偏向電極の前記溝部に埋め込まれた部分の最大幅が、前記溝部の上面の幅よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 3】 前記偏向電極の前記溝部に埋め込まれた部分及び前記溝部は、台形柱の形状であり、前記偏向電極は前記溝部に嵌合することを特徴する請求項 2 に記載の偏向器。

【請求項 4】 前記偏向電極の前記溝部に埋め込まれた部分と前記溝部との間に絶縁層をさらに備え、

前記基板は、シリコン基板であり、

前記絶縁層は、前記シリコン基板を熱酸化させることにより形成されたシリコン酸化膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 5】 前記荷電粒子線が通過すべき貫通孔、及び前記貫通孔の内側の対向する 2 つの側面にそれぞれ設けられた 2 つの溝部が形成された基板と、少なくとも一部が前記 2 つの溝部にそれぞれ埋め込まれた 2 つの偏向電極とを備える偏向器の製造方法であって、

前記溝部が前記偏向電極が前記基板から離脱することを防ぐべく、前記偏向電極の前記溝部に埋め込まれた部分を係止する形状になるように、前記偏向電極を形成するための開口を前記基板に形成する開口形成段階と、

前記開口形成段階において形成された前記開口の内壁に絶縁層を形成する絶縁層形成段階と、

前記絶縁層の内側に前記偏向電極を形成する電極形成段階と、

前記荷電粒子線が通過すべき前記貫通孔を前記基板に形成する段階と、

前記絶縁層形成段階において形成された前記絶縁層の一部を除去する絶縁層除去段階と

を備えることを特徴とする偏向器の製造方法。

【請求項 6】 前記開口形成段階は、前記基板の厚さ方向と略垂直な断面において、前記偏向電極が前記溝部に埋め込まれるべき部分の最大幅が、前記溝部の上面の幅よりも大きくなるように、前記前記偏向電極を形成するための開口を前記基板に形成する段階を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の偏向器の製造方法。

【請求項 7】 前記絶縁層形成段階は、前記開口の内壁を熱酸化させることにより、前記絶縁層を形成する段階を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の偏向器の製造方法。

【請求項 8】 前記絶縁層除去段階は、ウェットエッチングにより前記絶縁層の一部を除去することを特徴とする請求項 5 に記載の偏向器の製造方法。

【請求項 9】 前記絶縁層除去段階は、前記溝部内の前記絶縁層を残して、前記絶縁層の一部を除去することを特徴とする請求項 5 に記載の偏向器の製造方法。

【請求項 10】 荷電粒子線によりウェハを露光する荷電粒子線露光装置であって、

前記荷電粒子線を発生する荷電粒子線発生部と、

前記荷電粒子線を偏向して、前記ウェハにおける所望の位置に照射させる偏向器と

を備え、

前記偏向器は、

前記荷電粒子線が通過すべき貫通孔、及び前記貫通孔の内側の対向する 2 つの側面にそれぞれ設けられた 2 つの溝部が形成された基板と、

少なくとも一部が前記 2 つの溝部にそれぞれ埋め込まれた 2 つの偏向電極とを有し、

前記溝部は、前記偏向電極が前記基板から離脱することを防ぐべく、前記偏向電極の前記溝部に埋め込まれた部分を係止する形状であることを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路等のパターンをウェハに露光する荷電粒子線露光装置に関する。特に本発明は、複数の荷電粒子線を用いてパターンを露光する荷電粒子線露光装置の偏向器、及び当該偏向器の製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、半導体デバイスの微細化の進展に伴い、1 0 0 n m 以下のリソグラフィ手段が各種提案されており、さらに高解像性、高精度の描画パターン重ね合せ、高スループットが要求されている。このため、潜在的に解像度が高く、また寸法制御性が他の露光手段と比較して良好な電子ビーム露光装置は、露光パターンを電氣的に生成してウェハを直接露光できるため、マスクレス露光手段としても期待されている。

【0 0 0 3】

しかしながら、電子ビーム露光装置は、ショット当りの露光面積が小さく、スループットが低いという問題を抱えており、半導体デバイスの量産には普及していないのが実情である。そこで、この問題を解決するために、複数の電子ビームで同時にウェハを露光するマルチ電子ビーム露光装置が提案されている。

【0 0 0 4】

このようなマルチ電子ビーム露光装置は、複数の電子ビームをそれぞれ独立に偏向するか否かを切り換えるブランキングアパーチャアレイデバイスと、ブランキングアパーチャアレイデバイスによって偏向された電子ビームをウェハに対して遮断する電子ビーム遮蔽部とを備え、複数の電子ビームのそれぞれをウェハに

照射するか否かを高精度に制御する。このようなブランキングアパーチャレイデバイスは、複数の貫通孔が設けられた半導体等の基板と、貫通孔内にそれぞれ設けられた偏向電極と、基板と偏向電極とを絶縁する絶縁層とを備え、偏向電極に電圧を印加するか否かにより、貫通孔を通過する電子ビームを偏向するか否かを制御する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来のブランキングアパーチャレイデバイスの製造工程において、基板に開口が形成され、当該開口の内壁に絶縁層が形成される。そして、絶縁層に隣接する位置に、基板の表面に設けられた導電層を電極として偏向電極が鍍金により形成される。したがって、偏向電極が残留応力を有し、絶縁層との接着性が不安定になるので、偏向電極の自立強度が低い、即ち偏向電極が絶縁層から剥がれ易いという問題がある。

【0006】

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる偏向器、偏向器の製造方法、及び荷電粒子線露光装置を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【0007】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の第1の形態によると、荷電粒子線を偏向する偏向器であって、前記荷電粒子線が通過すべき貫通孔、及び前記貫通孔の内側の対向する2つの側面にそれぞれ設けられた2つの溝部が形成された基板と、少なくとも一部が前記2つの溝部にそれぞれ埋め込まれた2つの偏向電極とを備え、溝部は、偏向電極が基板から離脱することを防ぐべく、偏向電極の溝部に埋め込まれた部分を係止する形状である。

【0008】

基板の厚さ方向と略垂直な断面において、偏向電極の溝部に埋め込まれた部分の最大幅が、溝部の上面の幅よりも大きくてもよい。偏向電極の溝部に埋め込ま

れた部分及び溝部は、台形柱の形状であり、偏向電極は溝部に嵌合してもよい。

【0 0 0 9】

偏向電極の溝部に埋め込まれた部分と溝部との間に絶縁層をさらに備え、基板は、シリコン基板であり、絶縁層は、シリコン基板を熱酸化させることにより形成されたシリコン酸化膜であってもよい。

【0 0 1 0】

本発明の第2の形態によると、荷電粒子線が通過すべき貫通孔、及び貫通孔の内側の対向する2つの側面にそれぞれ設けられた2つの溝部が形成された基板と、少なくとも一部が2つの溝部にそれぞれ埋め込まれた2つの偏向電極とを備える偏向器の製造方法であって、溝部が偏向電極が基板から離脱することを防ぐべく、偏向電極の溝部に埋め込まれた部分を係止する形状になるように、偏向電極を形成するための開口を基板に形成する開口形成段階と、開口形成段階において形成された開口の内壁に絶縁層を形成する絶縁層形成段階と、絶縁層の内側に偏向電極を形成する電極形成段階と、荷電粒子線が通過すべき貫通孔を基板に形成する段階と、絶縁層形成段階において形成された絶縁層の一部を除去する絶縁層除去段階とを備える。

【0 0 1 1】

開口形成段階は、基板の厚さ方向と略垂直な断面において、偏向電極が溝部に埋め込まれるべき部分の最大幅が、溝部の上面の幅よりも大きくなるように、偏向電極を形成するための開口を基板に形成する段階を含んでもよい。

【0 0 1 2】

絶縁層形成段階は、開口の内壁を熱酸化させることにより、絶縁層を形成する段階を含んでもよい。絶縁層除去段階は、ウェットエッチングにより絶縁層の一部を除去してもよい。絶縁層除去段階は、溝部内の絶縁層を残して、絶縁層の一部を除去してもよい。

【0 0 1 3】

本発明の第3の形態によると、荷電粒子線によりウェハを露光する荷電粒子線露光装置であって、荷電粒子線を発生する荷電粒子線発生部と、荷電粒子線を偏向して、ウェハにおける所望の位置に照射させる偏向器とを備え、偏向器は、荷

電粒子線が通過すべき貫通孔、及び貫通孔の内側の対向する 2 つの側面にそれぞれ設けられた 2 つの溝部が形成された基板と、少なくとも一部が 2 つの溝部にそれぞれ埋め込まれた 2 つの偏向電極とを有し、溝部は、偏向電極が基板から離脱することを防ぐべく、偏向電極の溝部に埋め込まれた部分を係止する形状である。

【0014】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0016】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置 100 の構成の一例を示す。電子ビーム露光装置 100 は、本発明の荷電粒子線露光装置の一例である。また、本発明の荷電粒子線露光装置は、イオンビームによりウェハを露光するイオンビーム露光装置であってもよい。また、電子ビーム露光装置 100 は、狭い間隔、例えば全ての電子ビームがウェハに設けられるべき 1 つのチップの領域に照射されるような間隔で複数の電子ビームを発生してよい。

【0017】

電子ビーム露光装置 100 は、電子ビームによりウェハ 44 に所定の露光処理を施すための露光部 150 と、露光部 150 に含まれる各構成の動作を制御する制御部 140 とを備える。

【0018】

露光部 150 は、筐体 8 内部で、複数の電子ビームを発生し、電子ビームの断面形状を所望に成形する電子ビーム成形手段 110 と、複数の電子ビームをウェハ 44 に照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切り換える照射切換手段 112 と、ウェハ 44 に転写されるパターンの像の向き及びサイズを調整するウェハ

用投影系 1 1 4 を含む電子光学系と、パターンを露光すべきウェハ 4 4 を載置するウェハステージ 4 6 及びウェハステージ 4 6 を駆動するウェハステージ駆動部 4 8 を有するステージ系とを備える。

【0 0 1 9】

電子ビーム成形手段 1 1 0 は、複数の電子ビームを発生する電子ビーム発生部 1 0 と、電子ビームを通過させることにより、電子ビームの断面形状を成形する複数の開口部を有する第 1 成形部材 1 4 及び第 2 成形部材 2 2 と、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第 1 多軸電子レンズ 1 6 と、第 1 成形部材 1 4 を通過した複数の電子ビームを独立に偏向する第 1 成形偏向部 1 8 及び第 2 成形偏向部 2 0 とを有する。電子ビーム発生部 1 0 は、本発明の荷電粒子線発生部の一例である。第 1 成形偏向部 1 8 及び第 2 成形偏向部 2 0 は、本発明の偏向器の一例である。

【0 0 2 0】

電子ビーム発生部 1 0 は、複数の電子銃 1 0 4 と、電子銃 1 0 4 が形成される基材 1 0 6 とを有する。電子銃 1 0 4 は、熱電子を発生させるカソード 1 2 と、カソード 1 2 を囲むように形成され、カソード 1 2 で発生した熱電子を安定させるグリッド 1 0 2 とを有する。電子ビーム発生部 1 0 は、所定の間隔を隔てて設けられる複数の電子銃 1 0 4 を基材 1 0 6 に有することにより、電子銃アレイを形成する。

【0 0 2 1】

第 1 成形部材 1 4 及び第 2 成形部材 2 2 は、電子ビームが照射される面に、接地された白金などの金属膜を有することが望ましい。第 1 成形部材 1 4 及び第 2 成形部材 2 2 に含まれる複数の開口部の断面形状は、電子ビームを効率よく通過させるために、電子ビームの照射方向に沿って広がりをもよい。また、第 1 成形部材 1 4 及び第 2 成形部材 2 2 に含まれる複数の開口部は、矩形に形成されることが好ましい。

【0 0 2 2】

照射切換手段 1 1 2 は、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第 2 多軸電子レンズ 2 4 と、複数の電子ビームを電子ビーム毎に独立

に偏向させることにより、電子ビームをウェハ44に照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切り換えるブランキングアパーチャアレイデバイス26と、電子ビームを通過させる複数の貫通孔を含み、ブランキングアパーチャアレイデバイス26で偏向された電子ビームを遮蔽する電子ビーム遮蔽部材28とを有する。ブランキングアパーチャアレイデバイス26は、本発明の偏向器の一例である。

【0023】

ブランキングアパーチャアレイデバイス26は、電子ビームが通過すべき貫通孔が設けられた基板と、貫通孔内に設けられた複数の偏向電極とを有する。また、電子ビーム遮蔽部材28に含まれる複数の開口部の断面形状は、電子ビームを効率良く通過させるために、電子ビームの照射方向に沿って広がりをもよい。

【0024】

ウェハ用投影系114は、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの照射径を縮小する第3多軸電子レンズ34と、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第4多軸電子レンズ36と、複数の電子ビームを、ウェハ44の所望の位置に、電子ビーム毎に独立に偏向する独立偏向部である副偏向部38と、電子ビームを集束する第1コイル40及び第2コイル50を有し対物レンズとして機能する同軸レンズ52と、複数の電子ビームを略同一の方向に所望量だけ偏向させる共通偏向部である主偏向部42とを有する。主偏向部42は、本発明の偏向器の一例である。

【0025】

主偏向部42は、電界を利用して高速に複数の電子ビームを偏向することが可能な静電型偏向器であることが好ましく、対向する偏向電極を有する。また、主偏向部42は、対向する4組の偏向電極を含む円筒型均等8極型の構成、又は8極以上の偏向電極を含む構成を有してもよい。また、ブランキングアパーチャアレイデバイス26は、対向する1組の偏向電極を有する。また、同軸レンズ52は、ウェハ44に対して、第4多軸電子レンズ36より近傍に設けられることが好ましい。

【0026】

制御部 140 は、統括制御部 130 及び個別制御部 120 を備える。個別制御部 120 は、電子ビーム制御部 80、多軸電子レンズ制御部 82、成形偏向制御部 84、ブランキングアパーチャアレイ制御部 86、同軸レンズ制御部 90、副偏向制御部 92、主偏向制御部 94、及びウェハステージ制御部 96 を有する。統括制御部 130 は、例えばワークステーションであって、個別制御部 120 に含まれる各制御部を統括制御する。

【0027】

電子ビーム制御部 80 は、電子ビーム発生部 10 を制御する。多軸電子レンズ制御部 82 は、第 1 多軸電子レンズ 16、第 2 多軸電子レンズ 24、第 3 多軸電子レンズ 34 及び第 4 多軸電子レンズ 36 に供給する電流を制御する。成形偏向制御部 84 は、第 1 成形偏向部 18 及び第 2 成形偏向部 20 を制御する。ブランキングアパーチャアレイ制御部 86 は、ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 に含まれる偏向電極に印加する電圧を制御する。同軸レンズ制御部 90 は、同軸レンズ 52 に含まれる第 1 コイル 40 及び第 2 コイル 50 に供給する電流を制御する。主偏向制御部 94 は、主偏向部 42 に含まれる偏向電極に印加する電圧を制御する。ウェハステージ制御部 96 は、ウェハステージ駆動部 48 を制御し、ウェハステージ 46 を所定の位置に移動させる。

【0028】

電子ビーム露光装置 100 の動作について説明する。まず、電子ビーム発生部 10 は、複数の電子ビームを発生する。電子ビーム発生部 10 が発生した電子ビームは、第 1 成形部材 14 に照射されて成形される。第 1 成形部材 14 を通過した複数の電子ビームは、第 1 成形部材 14 に含まれる開口部の形状に対応する矩形の断面形状をそれぞれ有する。

【0029】

第 1 多軸電子レンズ 16 は、矩形に成形された複数の電子ビームを独立に集束し、第 2 成形部材 22 に対する電子ビームの焦点調整を、電子ビーム毎に独立に行う。第 1 成形偏向部 18 は、矩形に成形された複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立して、第 2 成形部材に対して所望の位置に偏向する。第 2 成形偏向部 20 は、第 1 成形偏向部 18 で偏向された複数の電子ビームを、電子ビーム毎に

独立に第2成形部材22に対して略垂直方向に偏向する。その結果、電子ビームが、第2成形部材22の所望の位置に、第2成形部材22に対して略垂直に照射されるように調整する。矩形形状を有する複数の開口部を含む第2成形部材22は、各開口部に照射された矩形の断面形状を有する複数の電子ビームを、ウェハ44に照射されるべき所望の矩形の断面形状を有する電子ビームにさらに成形する。

【0030】

第2多軸電子レンズ24は、複数の電子ビームを独立に集束して、ブランキングアパーチャアレイデバイス26に対する電子ビームの焦点調整を、電子ビーム毎に独立に行う。第2多軸電子レンズ24より焦点調整された電子ビームは、ブランキングアパーチャアレイデバイス26に含まれる複数の貫通孔を通過する。

【0031】

ブランキングアパーチャアレイ制御部86は、ブランキングアパーチャアレイデバイス26に形成された、各貫通孔内に設けられた偏向電極に電圧を印加するか否かを制御する。ブランキングアパーチャアレイデバイス26は、偏向電極に印加される電圧に基づいて、電子ビームをウェハ44に照射させるか否かを切り換える。偏向電極に電圧が印加されるときは、ブランキングアパーチャアレイデバイス26の貫通孔を通過した電子ビームは偏向され、電子ビーム遮蔽部材28に含まれる開口部を通過できず、ウェハ44に照射されない。偏向電極に電圧が印加されないときには、ブランキングアパーチャアレイデバイス26の貫通孔を通過した電子ビームは偏向されず、電子ビーム遮蔽部材28に含まれる開口部を通過でき、電子ビームはウェハ44に照射される。

【0032】

第3多軸電子レンズ34は、ブランキングアパーチャアレイデバイス26により偏向されない電子ビームの径を縮小して、電子ビーム遮蔽部材28に含まれる開口部を通過させる。第4多軸電子レンズ36は、複数の電子ビームを独立に集束して、副偏向部38に対する電子ビームの焦点調整を、電子ビーム毎に独立に行い、焦点調整をされた電子ビームは、副偏向部38に含まれる偏向器に入射される。

【0033】

副偏向制御部 92 は、副偏向部 38 に含まれる複数の偏向器を独立に制御する。副偏向部 38 は、複数の偏向器に入射される複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立にウェハ 44 の所望の露光位置に偏向する。副偏向部 38 を通過した複数の電子ビームは、第 1 コイル 40 及び第 2 コイル 50 を有する同軸レンズ 52 により、ウェハ 44 に対する焦点が調整され、ウェハ 44 に照射される。

【0034】

露光処理中、ウェハステージ制御部 96 は、ウェハステージ駆動部 48 を制御して、一定方向にウェハステージ 46 を動かす。ブランキングアパーチャアレイ制御部 86 は露光パターンデータに基づいて、電子ビームを通過させる開口を定め、各開口内に設けられる偏向電極に対する電力制御を行う。ウェハ 44 の移動に合わせて、電子ビームを通過させる開口を適宜変更し、さらに主偏向部 42 及び副偏向部 38 により電子ビームを偏向することにより、ウェハ 44 に所望の回路パターンを露光することが可能となる。

【0035】

図 2 は、ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の構成の一例を示す。ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 は、電子ビームが通過する複数の貫通孔が設けられたアパーチャ部 160 と、図 1 におけるブランキングアパーチャアレイ制御部 86 との接続部となる偏向電極パッド 162 及び接地電極パッド 164 とを有する。アパーチャ部 160 は、ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の中央部に配置されることが望ましい。偏向電極パッド 162 及び接地電極パッド 164 は、プローブカード、ポゴピンアレイ等を介してブランキングアパーチャアレイ制御部 86 から供給された電気信号を、アパーチャ部 160 の貫通孔内に設けられた偏向電極に供給する。

【0036】

図 3 は、アパーチャ部 160 の構成の一例を示す。アパーチャ部 160 の横方向を x 軸方向とし、縦方向を y 軸方向とする。x 軸は、露光処理中、ウェハステージ 46 がウェハ 44 を段階的に移動させる方向を示し、y 軸は、露光処理中、ウェハステージ 46 がウェハ 44 を連続的に移動させる方向を示す。具体的には

、ウェハステージ46に関して、y軸は、ウェハ44を走査露光させる方向であり、x軸は、走査露光終了後、ウェハ44の未露光領域を露光するためにウェハ44を段階的に移動させる方向である。

【0037】

アパーチャ部160には、複数の電子ビームがそれぞれ通過すべき貫通孔200が設けられる。複数の貫通孔200は、走査領域の全てを露光するように配置される。例えば、複数の貫通孔200は、x軸方向の両端に位置する複数の貫通孔200aと200bとの間の領域全面を覆うように配置される。x軸方向に近接する貫通孔200は、互いに一定の間隔で配置されていることが好ましい。このとき、複数の貫通孔200の間隔は、主偏向部42が電子ビームを偏向する最大偏向量以下に定められるのが好ましい。

【0038】

図4は、ブランキングアパーチャレイデバイス26の具体的な構成の一例を示す。ブランキングアパーチャレイデバイス26は、電子ビームが通過すべき貫通孔200、及び貫通孔200の内側の対向する2つの側面の内壁に対してそれぞれ設けられた2つの溝部201a及び201bが形成された基板202と、電子ビームを偏向すべく貫通孔200内に対向して設けられ、少なくとも一部が2つの溝部201a及び201bにそれぞれ埋め込まれた2つの偏向電極204a及び204bと、偏向電極204a及び204bの溝部201a及び201bに埋め込まれた部分と基板202との間にそれぞれ設けられた絶縁層208a及び208bとを備える。

【0039】

溝部201a及び201bは、偏向電極204a及び204bが基板202から離脱することを防ぐべく、偏向電極204a及び204bの溝部201a及び201bにそれぞれ埋め込まれた部分を係止する形状である。具体的には、電子ビームの照射方向、即ち基板202の厚さ方向と略垂直な断面において、偏向電極204aの溝部201aに埋め込まれた部分の最大幅が、溝部201aの上面の幅よりも大きく、偏向電極204bの溝部201bに埋め込まれた部分の最大幅が、溝部201bの上面の幅よりも大きいことが好ましい。また、貫通孔20

0 の内部における偏向電極 204 a 及び 204 b の最大幅は、溝部 201 a 及び 201 b の上面の幅よりも大きいことが好ましい。なお、溝部 201 a 及び 201 b の上面とは、貫通孔 200 と溝部 201 a 及び 201 b のそれぞれとの界面（接面）である。

【0040】

例えば、図 2 に示すように、偏向電極 204 a 及び 204 b の溝部 201 a 及び 201 b のそれぞれに埋め込まれた部分と、溝部 201 a 及び 201 b とは、台形柱の形状である。そして、偏向電極 204 a 及び 204 b は、溝部 201 a 及び 201 b のそれぞれに嵌合して保持される。

【0041】

また、溝部 201 a 及び 201 b は、基板 202 の厚み方向における一部に設けられてもよいし、上面から下面まで設けられてもよい。また、偏向電極 204 a 及び 204 b は、基板 202 の厚み方向における一部に設けられてもよいし、上面から下面まで設けられてもよい。また、偏向電極 204 a 及び 204 b の溝部 201 a 及び 201 b に埋め込まれた部分は、基板 202 の厚み方向における一部に設けられてもよいし、上面から下面まで設けられてもよい。

【0042】

基板 202 は、例えばシリコン基板である。絶縁層 208 a 及び 208 b は、基板 202 を熱酸化させることにより形成された酸化膜、例えばシリコン基板を熱酸化させることにより形成されたシリコン酸化膜である。絶縁層 208 a 及び 208 b は、溝部 201 a 及び 201 b のそれぞれの内側だけに設けられてもよいし、溝部 201 a 及び 201 b のそれぞれから界面を渡って貫通孔 200 まで設けられてもよい。即ち、絶縁層 208 a 及び 208 b は、溝部 201 a 及び 201 b のそれぞれから貫通孔 200 に一部露出して設けられてもよい。

【0043】

また、溝部 201 a と偏向電極 204 a とは、相似形状であることが好ましく、溝部 201 b と偏向電極 204 b とは、相似形状であることが好ましい。他の例において、溝部 201 a 及び 201 b は、基板 202 の厚さ方向と略垂直な断面における上面と底面との間に最も幅が広い部分を有してもよい。また、溝部 2

01a及び201bの底面は、曲面であってもよい。また、溝部201a及び201bは、貫通孔200の中心から偏向電極204a及び204bに向かう方向に沿って広がっていてもよいし、一旦狭まってから広がっていてもよい。また、溝部201a及び201bは、複数の部分に分岐していてもよく、複数の部分は、貫通孔200の中心から偏向電極204a及び204bに向かう方向に沿って広がっていてもよい。即ち、溝部201a及び201bは、基板202の厚さ方向と略垂直な断面において、溝部201a及び201bのそれぞれから偏向電極204a及び204bのそれぞれへの方向の法線が貫通孔200から離れる方向に向かう側面をそれぞれ有していればよい。

【0044】

本実施形態のブランキングアパーチャレイデバイス26によれば、偏向電極204a及び204bが溝部201a及び201bのそれぞれに埋め込まれているので、偏向電極204a及び204bの自立強度を向上する、即ち偏向電極204a及び204bが基板202から剥がれ落ちることを防止することができる。

【0045】

図5、図6、及び図7は、ブランキングアパーチャレイデバイス26の製造方法の一例を示す。図5、図6、及び図7は、図4に示したブランキングアパーチャレイデバイス26のAA'断面を示す。

【0046】

まず、図5(a)に示すように、基板202を用意し、基板202の表面及び裏面にシリコン窒化膜210a及び210bをそれぞれ形成する。このとき、シリコン窒化膜210a及び210bの両方を同時に成膜してもよいし、片方ずつ成膜してもよい。基板202は、例えば直径6インチ、厚さ200 μ mのシリコンウェハである。シリコン窒化膜210a及び210bは、例えば厚さ1 μ mに成膜される。

【0047】

次に、図5(b)に示すように、シリコン窒化膜210a上にレジスト212を塗布し、露光、現像して、偏向電極204a及び204bを形成する領域のレ

ジスト 212 を除去する。そして、レジスト 212 をエッチングマスクとして、偏向電極 204a 及び 204b を形成する領域のシリコン窒化膜 210a をエッチング、例えば反応性イオンエッチング (RIE) 法により除去する。

【0048】

次に、図 5 (c) に示すように、レジスト 212 及びシリコン窒化膜 210a の両方又は片方をエッチングマスクとして、偏向電極 204a 及び 204b を形成する部分の基板 202 をエッチング、例えば誘導結合型プラズマエッチング (ICP-RIE) 法により除去して複数の開口 214a 及び 214b を形成する。開口 214a 及び 214b は、図 4 に示した溝部 201a 及び 201b になるべき空間を含み、溝部 201a 及び 201b が偏向電極 204a 及び 204b が基板 202 から離脱することを防ぐべく、偏向電極 204a 及び 204b の溝部 201a 及び 201b に埋め込まれた部分を係止する形状になるように、偏向電極 204a 及び 204b を形成するための開口を基板 202 に形成する。例えば、基板 202 の厚さ方向と略垂直な断面において、偏向電極 204a 及び 204b が溝部 201a 及び 201b のそれぞれに埋め込まれるべき部分の最大幅が、溝部 201a 及び 201b のそれぞれの上面の幅よりも大きくなるように、偏向電極 204a 及び 204b を形成するための開口 214a 及び 214b を形成する。なお、シリコン窒化膜 210b は、基板 202 をエッチングするときのエッチングストッパ層となる。

【0049】

次に、図 5 (d) に示すように、レジスト 212 を除去した後、基板 202 に形成された開口 214a 及び 214b の内壁に絶縁層 208a 及び 208b を形成する。例えば、開口 214a 及び 214b の内壁を熱酸化させることにより絶縁層 208a 及び 208b を形成する。具体的には、シリコン基板である基板 202 に形成された開口 214a 及び 214b の内壁のうちで、シリコン窒化膜 210a 及び 210b で覆われた部分以外のシリコン露出面を選択的に熱酸化させることにより、シリコン酸化膜である絶縁層 208a 及び 208b を形成する。

【0050】

次に、図 5 (e) に示すように、シリコン窒化膜 210b 上に導電膜 216 を

形成し、導電膜 216 上に絶縁層 218 を形成する。具体的には、EB 蒸着法等により、Cr 膜 50 nm、Au 膜 20 nm、Cr 膜 50 nm をこの順に成膜して、Cr/Au/Cr 積層膜である導電膜 216 を形成する。導電膜 216 として Cr/Au/Cr 積層膜を形成することによって、シリコン窒化膜 210 b と導電膜 216 との密着性を向上させることができる。また、シリコン窒化膜 210 b と導電膜 216 との密着性等に問題がない場合、導電膜 216 は、例えば Au 膜の単層膜であってもよい。そして、プラズマ化学気相堆積 (CVD) 法等により、導電膜 216 上にシリコン酸化膜の絶縁層 218 を形成する。なお、図 5 (a) において形成したシリコン窒化膜 210 b は、基板 202 と導電膜 216 とを電氣的に絶縁するために設けられる。

【0051】

次に、図 6 (a) に示すように、シリコン窒化膜 210 a、及びシリコン窒化膜 210 b の開口 214 a 及び 214 b に露出する部分を、例えば RIE 法により選択的に除去する。このとき、開口 214 a 及び 214 b の側壁に形成された絶縁層 208 a 及び 208 b を除去せずに、開口 214 a 及び 214 b に導電膜 216 が露出するまでシリコン窒化膜 210 b をエッチングする。そして、さらに導電膜 216 の Au 膜が露出するまで Cr 膜をエッチングする。他の例において、熱リン酸を用いたウェットエッチングにより、開口 214 a 及び 214 b の側壁に形成された絶縁層 208 a 及び 208 b を除去せずに、シリコン窒化膜 210 a、シリコン窒化膜 210 b の開口 214 a 及び 214 b に露出する部分、及び導電膜 216 の Cr 膜を除去してもよい。

【0052】

次に、図 6 (b) に示すように、導電膜 216 の Au 膜を鍍金用電極 (シード層) として、開口 214 a 及び 214 b 内を選択的に電解鍍金することにより、絶縁層 208 a 及び 208 b の内側に偏向電極 204 a 及び 204 b をそれぞれ形成する。例えば、Cu により偏向電極 204 a 及び 204 b を形成する。そして、偏向電極 204 a 及び 204 b を形成した後、例えば化学的機械的研磨 (CMP) 法により、不必要な導電材料を研磨して除去する。他の例において、開口 214 a 及び 214 b に露出する絶縁層 208 a 及び 208 b の表面にスパッタ

法によりCr膜を成膜した後、開口214a及び214bのCr膜の内側に偏向電極204a及び204bを形成してもよい。これにより、偏向電極204a及び204bと、絶縁層208a及び208bとの密着性を向上させることができる。

【0053】

次に、図6(c)に示すように、基板202上に絶縁層224及び配線層226を形成する。具体的には、プラズマCVD法等によりシリコン酸化膜である絶縁層224を約1 μ mの厚さに成膜する。そして、絶縁層224上にレジストを塗布し、露光、現像して、偏向電極204a及び204b等の上方の領域のレジストを除去する。そして、レジストをエッチングマスクとして、絶縁層224をエッチング、例えばRIE法により除去する。そして、レジストを除去した後、絶縁層224の表面にCr膜及びAu膜をこの順にスパッタ法により堆積させて偏向電極204a及び204bに電氣的に接続された配線層226を形成する。

【0054】

次に、図6(d)に示すように、配線層226に配線パターンを形成する。具体的には、配線層226上にレジストを塗布し、露光、現像して、配線が形成されない領域のレジストを除去する。そして、レジストをエッチングマスクとして、配線層226をエッチング、例えばRIE法により除去して配線パターンを形成する。そして、レジストを除去する。

【0055】

次に、図6(e)に示すように、絶縁層224及び配線層226上に、絶縁層228及び導電膜230を形成する。具体的には、プラズマCVD法等によりシリコン酸化膜である絶縁層228を約1 μ mの厚さに成膜する。そして、絶縁層228の表面にCr膜及びAu膜をこの順にスパッタ法により堆積させて導電膜230を形成する。導電膜230は、接地されることにより、絶縁層228等のチャージアップ防止用金属層として機能する。

【0056】

次に、図7(a)に示すように、導電膜230上にレジスト232を塗布し、露光、現像して、電子ビームが通過すべき貫通孔200を形成する領域のレジス

ト 232 を除去する。そして、レジスト 232 をエッチングマスクとして、導電膜 230 をエッチング、例えばイオンミリング法により除去し、絶縁層 224 及び 228 をエッチング、例えば RIE 法により除去する。

【0057】

次に、図 7 (b) に示すように、レジスト 232 をエッチングマスクとして、基板 202 をエッチング、例えば ICP-RIE 法により除去し、電子ビームが通過すべき貫通孔 200 を基板 202 に形成する。

【0058】

次に、図 7 (c) に示すように、絶縁層 208a 及び 208b の一部、絶縁層 218、並びに導電膜 216 をエッチングにより除去する。具体的には、レジスト 232 を残したまま、溝部 201a 及び 201b 内の絶縁層 208a 及び 208b を残して、貫通孔 200 の側壁の絶縁層 208a 及び 208b を、例えば HF 及び NH_4F の混合液を用いたウェットエッチングにより除去する。このとき同時に、絶縁層 218 もウェットエッチングにより除去される。そして、導電膜 216 の Cr 膜を、例えば硝酸アンモニウムセリウム (IV)、過塩素酸、及び水の混合液を用いたウェットエッチングにより除去する。そして、導電膜 216 の Au 膜を、例えばヨウ化カリウム、ヨウ素、及び水の混合液を用いたウェットエッチングにより除去する。

【0059】

次に、図 7 (d) に示すように、レジスト 232 を除去した後、シリコン窒化膜 210b をエッチングにより除去する。具体的には、シリコン窒化膜 210b を、例えば熱リン酸を用いたウェットエッチングにより除去し、貫通孔 200 を貫通させる。本例では、基板 202 の裏面が露出しているが、基板 202 がチャージアップすることを防ぐために、基板 202 の裏面に導電膜が形成されてもよい。以上、図 5、図 6、及び図 7 に示した製造方法によりブランキングアパーチャアレイデバイス 26 が完成する。

【0060】

本実施形態のブランキングアパーチャアレイデバイス 26 によれば、偏向電極 204a 及び 204b が溝部 201a 及び 201b のそれぞれに埋め込まれてい

る。そのため、絶縁層 2 0 8 a 及び 2 0 8 b の内側に、鍍金成長後の残留応力が比較的大きい材料で偏向電極 2 0 4 a 及び 2 0 4 b が鍍金により形成された場合であっても、偏向電極 2 0 4 a 及び 2 0 4 b の自立強度、即ち偏向電極 2 0 4 a 及び 2 0 4 b と絶縁層 2 0 8 a 及び 2 0 8 b との剥がれ難さを向上させることができる。したがって、ブランキングアパーチャアレイデバイス 2 6 による電子ビームの偏向の信頼性を高めることができ、またブランキングアパーチャアレイデバイス 2 6 の寿命を長くすることができる。

【 0 0 6 1 】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更または改良を加えることができる。そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によれば、荷電粒子線を精度よく偏向し、寿命の長い偏向器、当該偏向器の製造方法、及び当該偏向器を備える荷電粒子線露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

電子ビーム露光装置 1 0 0 の構成の一例を示す図である。

【図 2】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 2 6 の構成の一例を示す図である。

【図 3】

アパーチャ部 1 6 0 の構成の一例を示す図である。

【図 4】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 2 6 の具体的な構成の一例を示す図である。

【図 5】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 2 6 の製造方法の一例を示す図である

。

【図 6】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す図である

。

【図 7】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す図である

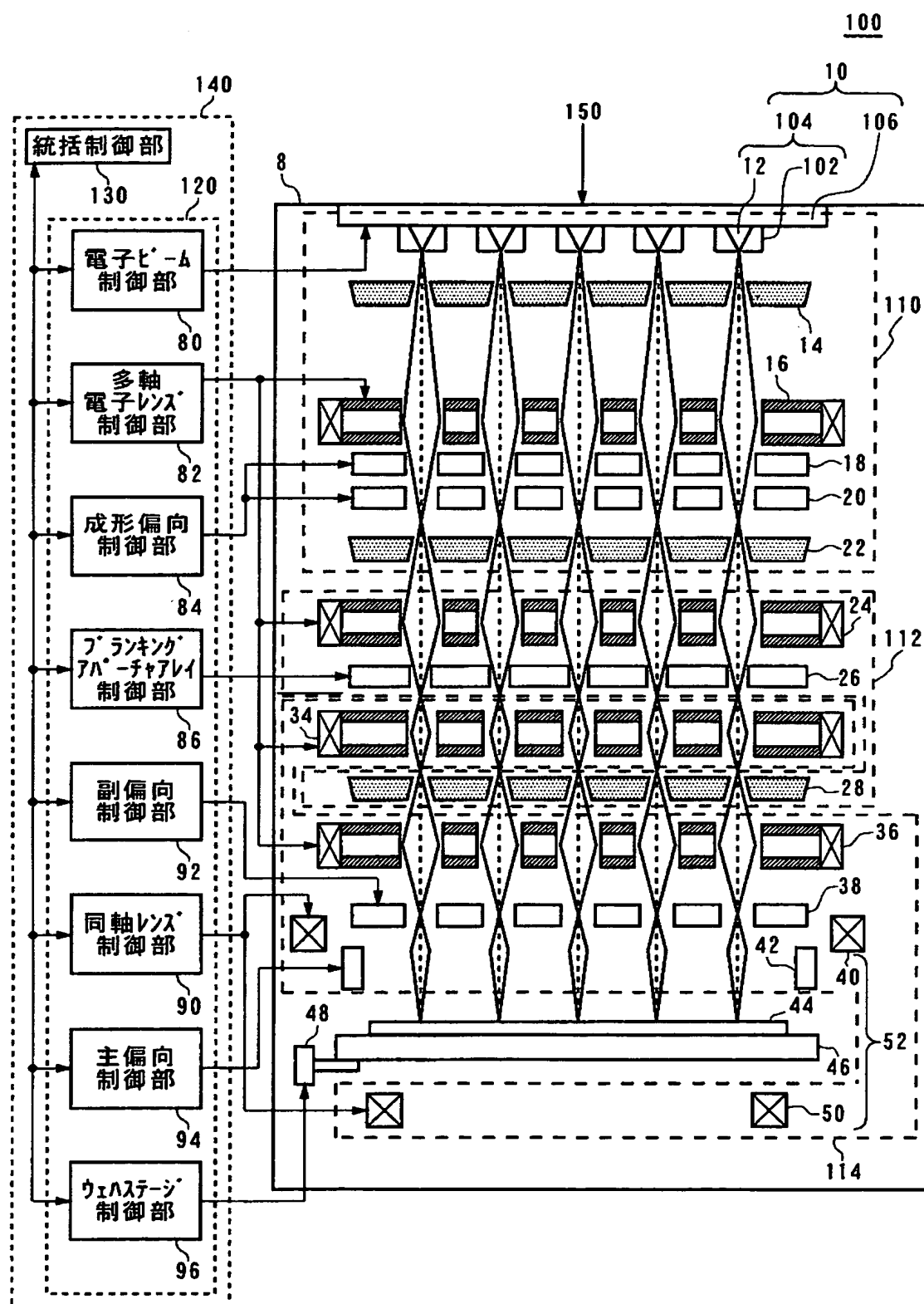
。

【符号の説明】

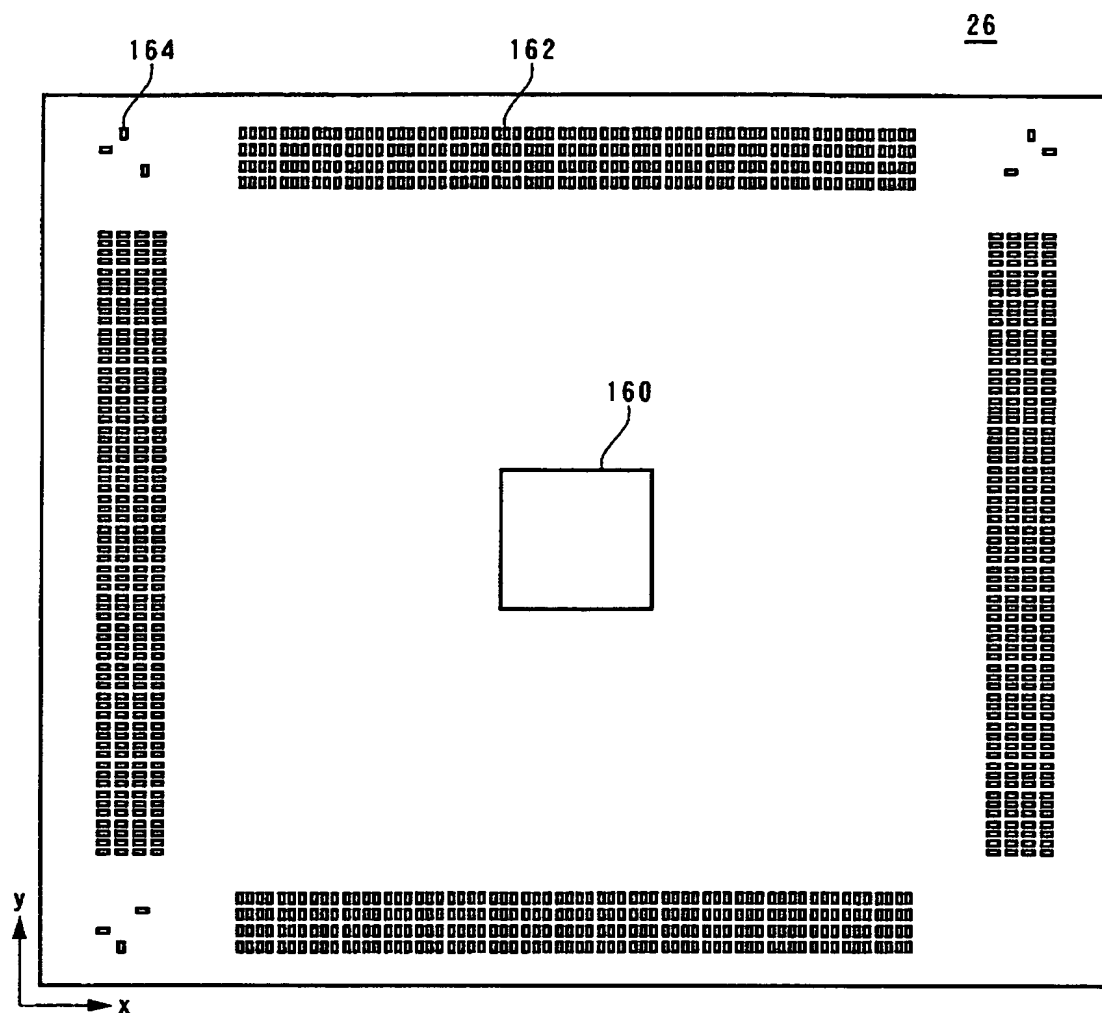
8・・・筐体、10・・・電子ビーム発生部、12・・・カソード、14・・・第1成形部材、16・・・第1多軸電子レンズ、18・・・第1成形偏向部、20・・・第2成形偏向部、22・・・第2成形部材、24・・・第2多軸電子レンズ、26・・・ブランキングアパーチャアレイデバイス、28・・・電子ビーム遮蔽部材、34・・・第3多軸電子レンズ、36・・・第4多軸電子レンズ、38・・・副偏向部、40・・・第1コイル、42・・・主偏向部、44・・・ウェハ、46・・・ウェハステージ、48・・・ウェハステージ駆動部、50・・・第2コイル、52・・・同軸レンズ、80・・・電子ビーム制御部、82・・・多軸電子レンズ制御部、84・・・成形偏向制御部、86・・・ブランキングアパーチャアレイ制御部、90・・・同軸レンズ制御部、92・・・副偏向制御部、94・・・主偏向制御部、96・・・ウェハステージ制御部、100・・・電子ビーム露光装置、102・・・グリッド、104・・・電子銃、106・・・基材、110・・・電子ビーム成形手段、112・・・照射切換手段、114・・・ウェハ用投影系、120・・・個別制御部、130・・・統括制御部、140・・・制御部、150・・・露光部、160・・・アパーチャ部、162・・・偏向電極パッド、164・・・接地電極パッド、200・・・貫通孔、202・・・基板、204・・・偏向電極、208・・・絶縁層、210・・・シリコン窒化膜、212・・・レジスト、214・・・開口、216・・・導電膜、218・・・絶縁層、224・・・絶縁層、226・・・配線層、228・・・絶縁層、230・・・導電膜、232・・・レジスト

【書類名】 図面

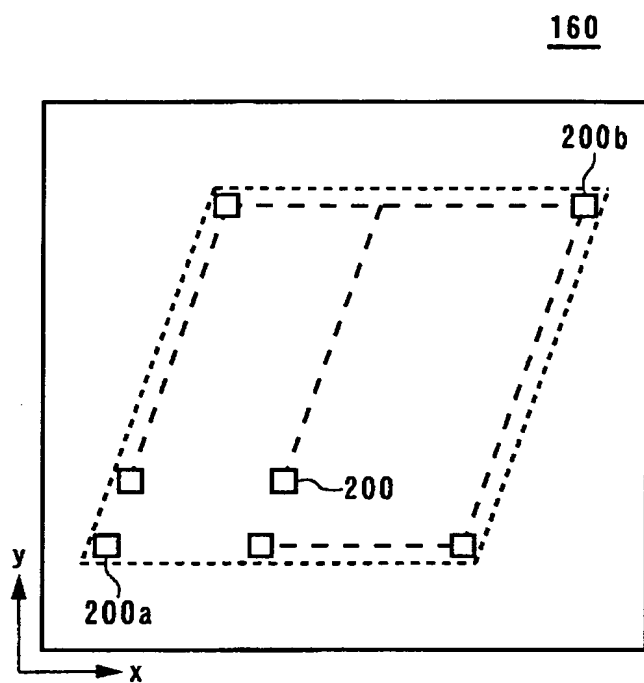
【図 1】



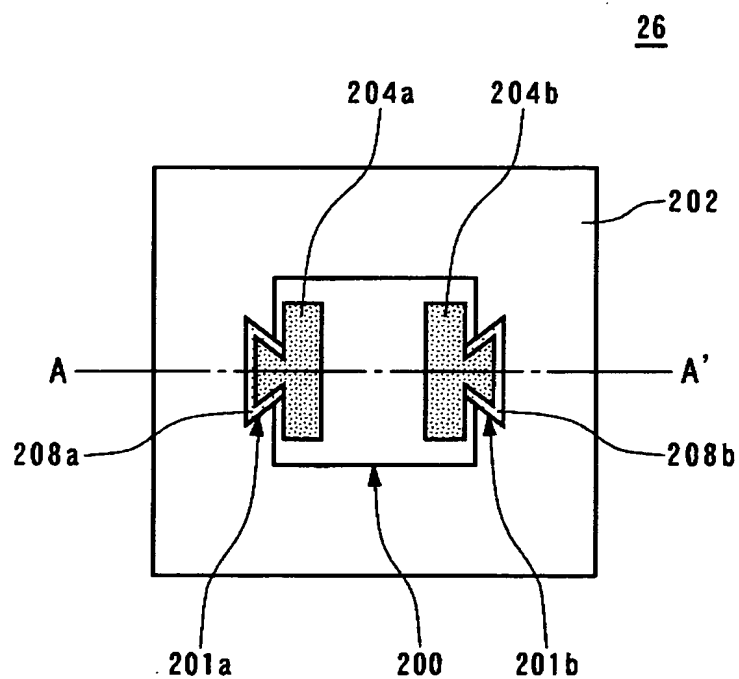
【図 2】



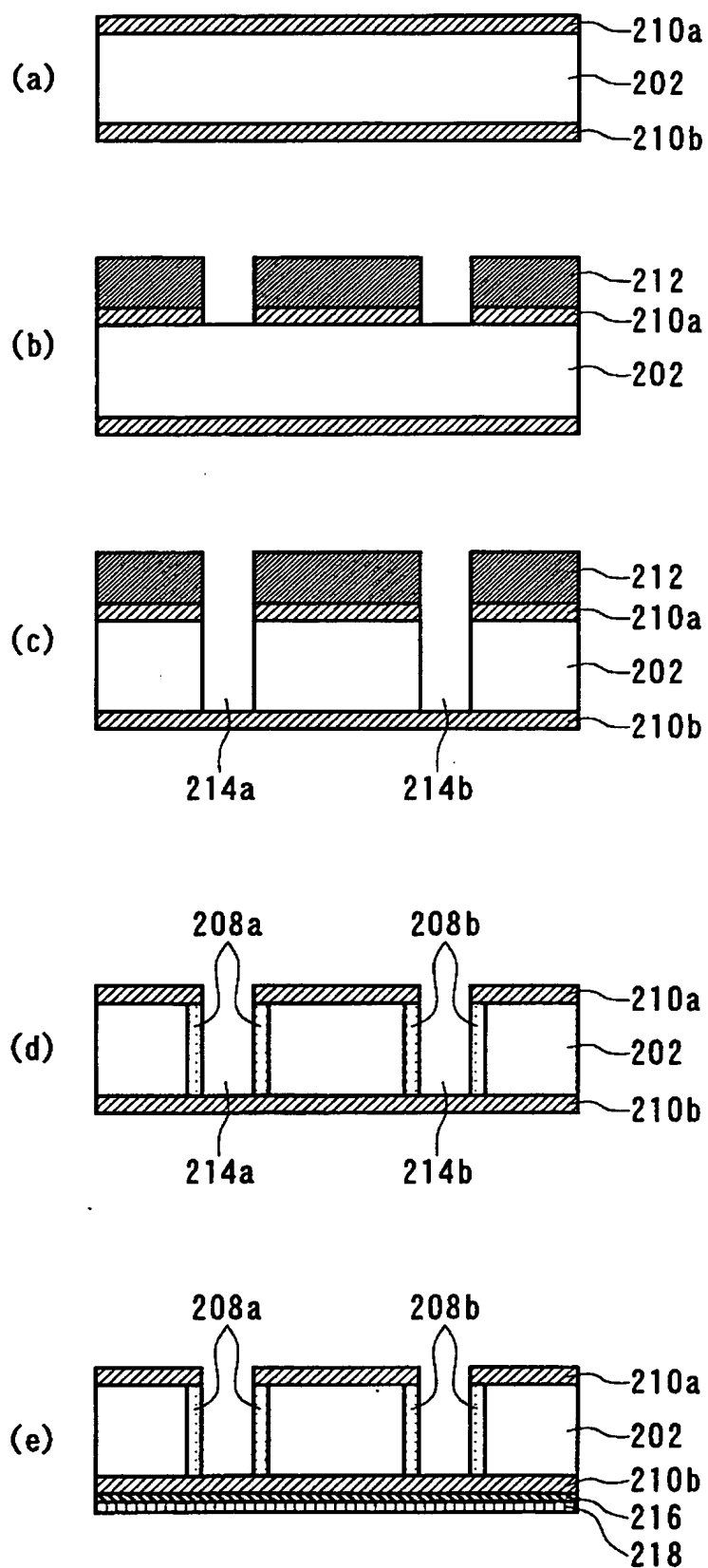
【図 3】



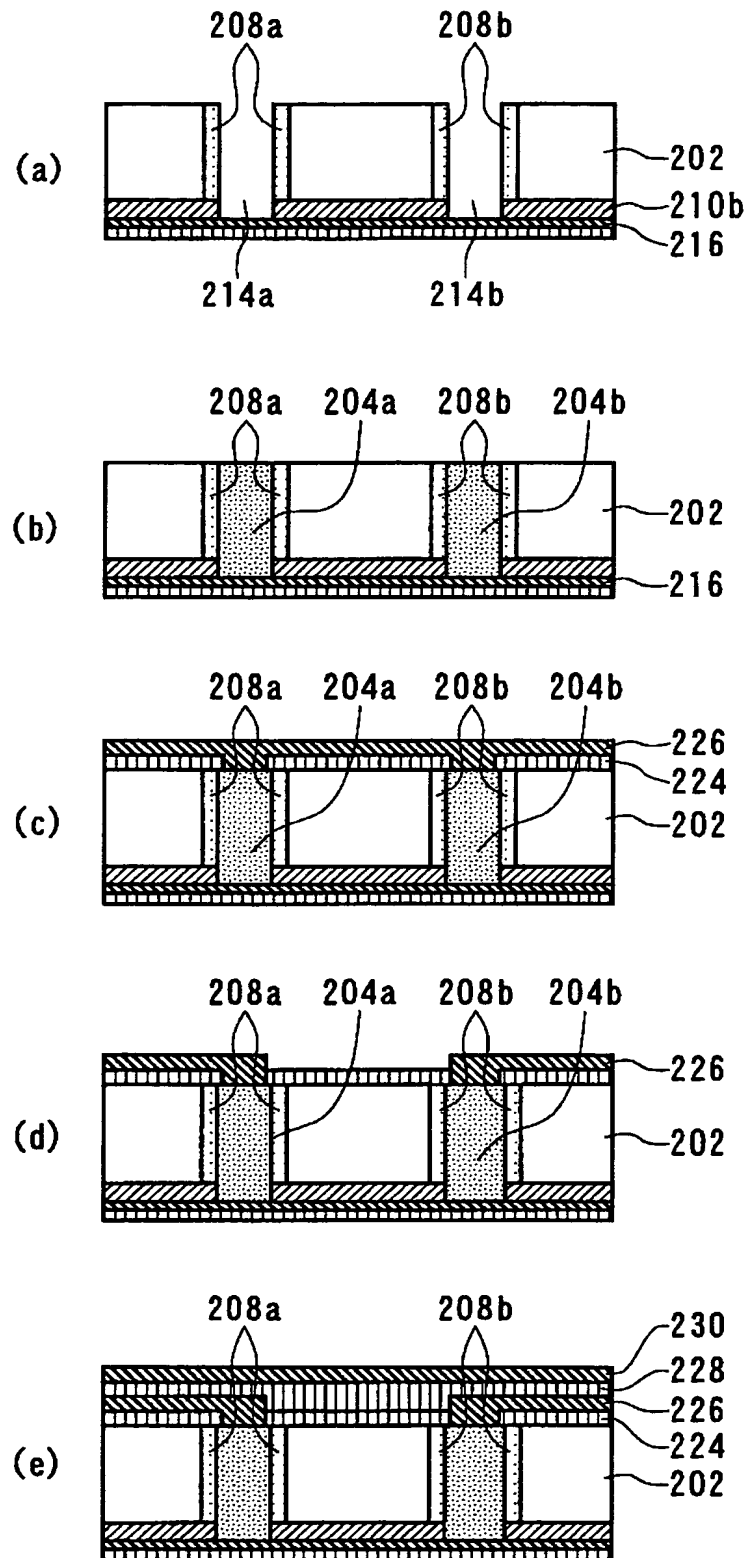
【図 4】



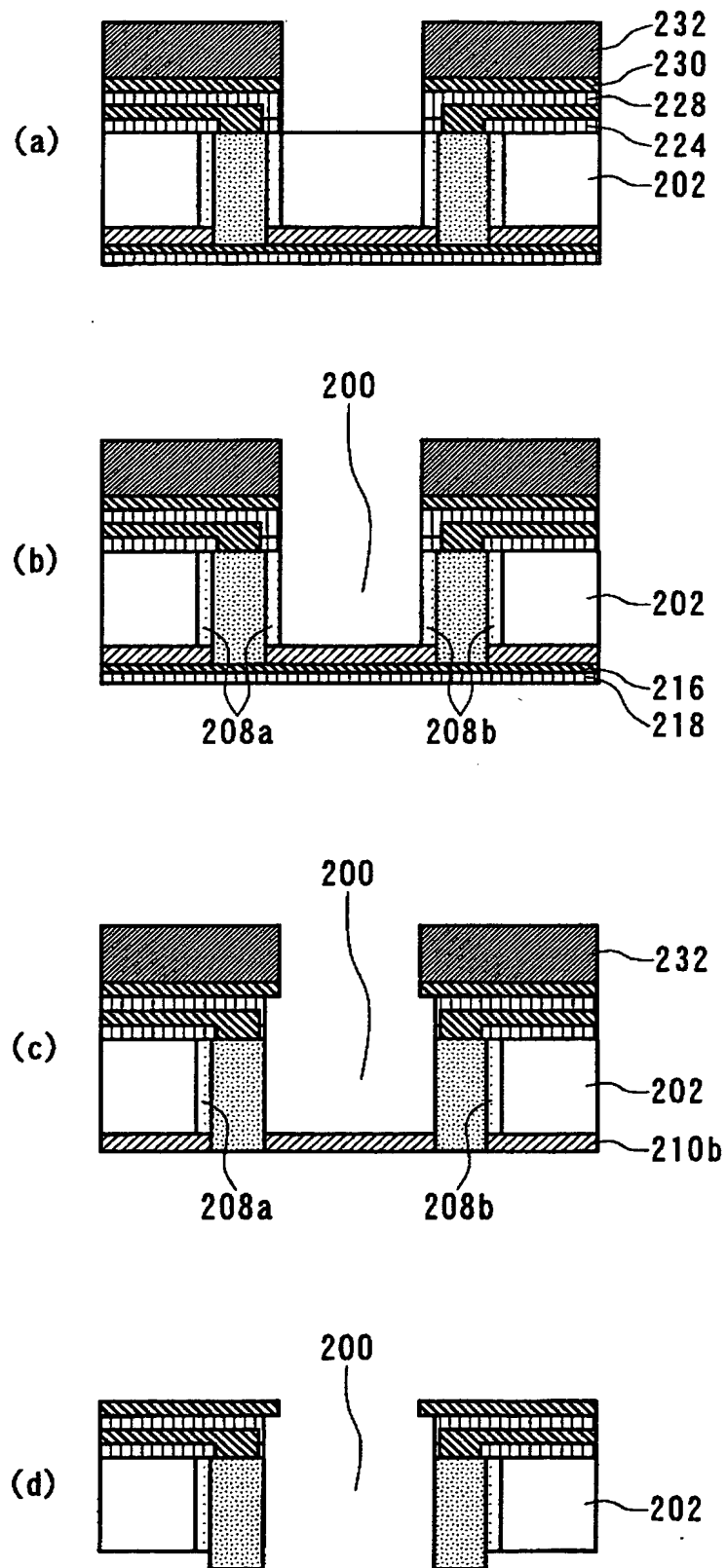
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 荷電粒子線を精度よく偏向し、寿命の長い偏向器を提供する。

【解決手段】 荷電粒子線を偏向する偏向器であって、荷電粒子線が通過すべき貫通孔、及び貫通孔の内側の対向する 2 つの側面にそれぞれ設けられた 2 つの溝部が形成された基板と、少なくとも一部が 2 つの溝部にそれぞれ埋め込まれた 2 つの偏向電極とを備え、溝部は、偏向電極が基板から離脱することを防ぐべく、偏向電極の溝部に埋め込まれた部分を係止する形状である。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-313423
受付番号	50201626424
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 14 年 10 月 29 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	390005175
【住所又は居所】	東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号
【氏名又は名称】	株式会社アドバンテスト

【特許出願人】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
【氏名又は名称】	キャノン株式会社

【特許出願人】

【識別番号】	000005108
【住所又は居所】	東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地
【氏名又は名称】	株式会社日立製作所

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100104156
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿 1 丁目 2 4 番 1 2 号 東信ビル 6 階 龍華国際特許事務所
【氏名又は名称】	龍華 明裕

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 5 1 7 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 1 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号

氏 名

株式会社アドバンテスト

特願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 9 5 0 1 7 8 5 0]

1. 変更年月日 1 9 9 5 年 2 月 2 7 日
[変更理由] 識別番号の二重登録による抹消
[統合先識別番号] 0 0 0 0 0 1 0 0 7
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キャノン株式会社

特願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日 1 9 9 5 年 2 月 2 7 日
[変更理由] 識別番号の二重登録による統合
[統合元識別番号] 5 9 5 0 1 7 8 5 0
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社

特願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所